

Impulsando soluciones confiables



Manual de recepción, instalación y mantenimiento para trasformadores sumergidos en líquido aislante, Tipo Sumergible para Distribución Subterránea.



ProlecGE S. de R. L. de C. V., Blvd. Carlos Salinas de Gortari km 9.25 Apodaca N.L. México C.P. 66600
Teléfono: Conmutador (818) 030 2000, Fax (818) 030 2500

PGE-SUB-3F-06

Carta de Garantía

Prolec GE, S. de R.L. de C.V. Garantiza el aparato aquí especificado contra todo defecto de Diseño, Construcción, Material y Mano de Obra.

Mediante esta Garantía nos comprometemos a reparar o sustituir, según sea necesario, L.A.B. fábrica, todo aquel equipo o parte de él que se encuentre defectuoso dentro del plazo de 12 meses a partir de la fecha de energización o 18 meses apartir de la fecha de embarque lo que suceda primero y siempre que se refiere el párrafo anterior y las circunstancias en que ocurrió.

Siendo esta Garantía contra defectos de diseño o fabricación; nuestro compromiso queda sin efecto en caso de instalación, operación o mantenimiento inadecuado, o realizado por personal no calificado, así como por circunstancias o fortuitas, tales como la falta de protección adecuada del equipo contra sobrecorrientes, sobretensiones o sobrecargas, descargas atmosféricas, incendios, maltrato en el transporte o maniobra, además de cuando no exista evidencia de resultados satisfactorios despues realizadas previas a la energización, etc.

Para conservar la validez de esta Garantía, no deben de hacerse modificaciones al diseño o características del equipo, sin previa autorización de la fábrica.

Las piezas de repuesto, componentes, consumibles y accesorios del producto amparado en esta garantía, así como mayores informes para la reclamación de la misma se pueden obtener de la dirección mostrada abajo.



ProlecGE S. de R. L. de C. V., Blvd. Carlos Salinas de Gortari km 9.25 Apodaca N.L. México C.P. 66600
Teléfono: Conmutador (818) 030 2000, Fax (818) 030 2500

Manual de recepción, instalación y mantenimiento para trasformadores sumergidos en líquido aislante, Tipo Sumergible para Distribución Subterránea.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Para logra una larga vida de operación de los trasformadores es recomendable que se utilicen de acuerdo a la norma de sobrecargas, que su tensión de alimentación esté dentro de los límites especificados, que tengan un nivel normal de aceite, que su ventilación sea adecuada para evitar de un sobrecalentamiento y apegarse a las instrucciones de operación, mantenimiento y servicio establecidas en este manual.

Debido a que el transformador maneja tensiones que pueden ser potencialmente peligrosas se destaca con una nota de PRECAUCIÓN las actividades que requieren especial cuidado, tal como la siguiente:

PRECAUCIÓN
Leer cuidadosamente este manual de instrucciones antes de instalar, dar mantenimiento, operar o dar servicio al transformador.

Por otro lado, es importante mantener este manual de instrucciones disponible para los responsables de la instalación, mantenimiento, operación y servicio del transformador.

El trasformador debe ser operado y mantenido únicamente por personal competente, familiarizado con buenos métodos de seguridad.

1. PROPÓSITO

El siguiente manual de recepción instalación y mantenimiento aplica para transformadores de distribución trifásicos y monofásicos tipo sumergible auto enfriados en líquido aislante, para operación a 60Hz, para sistemas de distribución subterránea.

2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

El transformador tipo sumergible es aquel que esta diseñado para ser instalado en pozo o bóveda que ocasionalmente puede sufrir inundaciones, por lo cual cuenta con frente muerto y con accesorios para conectarse a un sistema de distribución subterránea.

3. EMBARQUE

Los transformadores de Prolec GE son embarcados herméticamente sellados.

4. INSPECCIÓN EN RECEPCIÓN

Se deberá levantar un reporte de las condiciones en que llego el equipo y sus accesorios para cualquier reclamación.

Cuando un trasformador es recibido, debe realizarse una inspección minuciosa antes de bajar el trasformador del medio de trasporte (plataforma del trailer o camioneta).

Si se encuentra evidencia de daños y/o huellas de manejo inadecuado en el trasporte, se le deberá informar al transportista e inmediatamente notificarlo al representante Prolec GE.

> NOTA: Podrá ser necesaria inspección interior sólo cuando exista la posibilidad de daños internos causados por el manejo rudo, (golpes). Si el transportista permite la inspección interna del trasformador arriba de la plataforma o camioneta antes de descargar, y sin requerimiento de una firma del consignatario en el recibo, deberá llamarse a un representante del fabricante para efectuar la “Inspección interna”.

Si el transportista no permite la inspección del trasformador arriba de la plataforma o camioneta, se deberá escribir una nota en el recibo que indique la posibilidad de “posibles daños internos y/o ocultos” y se deberá hacer una reclamación al fabricante inmediatamente por posibles daños ocultos. Cuando un trasformador ha sido ubicado en el lugar de instalación o en algún sitio conveniente para permitir inspeccionar el ensamble interno contra daños en el trasporte, se debe proceder a realizar la “inspección interna”. Solicite que un representante del transportista y de Prolec GE esté presente durante la inspección.

5. MANIOBRAS

5.1 Transformador
El transformador siempre debe ser izado o maniobrado de las cuatro orejas en posición vertical a menos de que se indique que puede ser manejado de otra forma. Cuando el transformador no puede ser maniobrador por una grúa, puede deslizarse o moverse sobre rodillo dentro del lugar, dependiendo de la compatibilidad del diseño de la base y el tipo de superficie sobre la cual va a ser maniobrado. Durante las maniobras, debe tenerse especial cuidado de prevenir las volcaduras.

Cuando el trasformado es ubicado en su lugar, deben retirarse los huacales de madera y/o las tarimas de empaque.

5.2 Izaje con eslingas
Las orejas de izaje están diseñadas para permitir el izaje con un ángulo máximo de 30° entre la eslinga y la vertical. Para izajes con ángulos mayores de 30° respecto a la vertical, bebe usarse una barra extensión para el levantamiento vertical, entre las eslingas.

PRECAUCIÓN
Las orejas de izaje de la tapa deben ser usadas para levantar la tapa de forma individual. NUNCA se deberá usar las orejas de la tapa para izar el trasformador completo. El izaje deberá ser de las cuatro orejas para evitar daños al trasformado. No se debe levantar el trasformador con gatos en las válvulas de drenaje, conexiones de tubería y radiadores.

6. INSPECCIÓN INTERNA DEL TRANSFORMADOR

Sólo se deberá realizar en presencia de un representante de Prolec GE.

7. ALMACENAMIENTO

Si la puesta en operación no es en forma inmediata, es aconsejable ubicarlo en un lugar seguro.
Se recomienda cuidar los siguientes puntos durante su almacenamiento:

- Revisar el acabado y aplicar pintura en las superficies dañadas, preparando la superficie con lija.
- Si el trasformador es para uso interior y por necesidad se almacenará al exterior (un área al aire libre) éste deberá cubrirse completamente para mantenerlo protegido de la intemperie.
- Evitar que se encuentre en presencia de vapores o gases, como el cloro y azufre.

Cuando el trasformador es entregado con refacciones de repuesto y éstas son almacenadas por un largo período de tiempo, deberán estar en un lugar limpio y seco.

8. LOCALIZACIÓN

Accesibilidad, ventilación y facilidad para acceso para inspeccionar, son las condiciones que el entorno en el que se localizarán los trasformadores debe tener.

Los trasformadores auto enfriados dependen enteramente del aire que circula a su alrededor para la disipación del calor. Por esa razón, debe tenerse mucho cuidado en proveer una adecuada ventilación a los mismos.

Para instalaciones en interiores. en el cuarto en donde se localizarán los trasformadores debe estar bien ventilado para que el aire caliente pueda escapar fácilmente y pueda ser reemplazado por aire frío. Las aberturas de entrada deberán estar cerca del piso y en forma distribuida para mayor efectividad. Las aberturas deben estar arriba del aparato tanto como la construcción del edificio lo permita. El número y tamaño de aberturas requeridas dependerá de la distancia entre transformadores, En general, 6 metros cuadrados de abertura(s) deben proporcionarse por cada 1000 kVA de capacidad del trasformador. Las entradas de aire deben estar provistas con la misma área total que las salidas.

Los trasformadores auto enfriados siempre deberán estar separados uno de otro, de paredes adyacentes, de divisiones, etc. De manera que se permita la libre circulación del aire entre los tanques. Esta separación debe ser menor a a 0.75 metros.

9. PREPARACIÓN PARA SERVICIO

NOTA: El trasformador es sellado a temperatura ambiente al momento de fabricarse. Es común que el manovacuómetro proporcione un valor inferior debido a una temperatura inferior en el sitio de instalación. Esta no es una indicación anormal, sino que debe ser considerado como una indicación de que el tanque está propiamente sellado.

9.1 Ruido

Todos los transformadores hacen ruido cuando están energizados; esto es debido a las vibraciones generadas en el núcleo, lo que ocasiona el zumbido característico en los transformadores en operación.

9.2 Conexiones eléctricas

TERMINALES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Las puntas tienen la longitud adecuada para permitir su expansión y contracción.

Es importante verificar que las conexiones queden bien apretadas para evitar que se generen puntos calientes, o que por efectos de las vibraciones propias del transformador las terminales pudieran desconectarse del trasformador con repercusiones peligrosas.

PRECAUCIÓN
No hacer conexiones que no estén autorizadas por el fabricante o indicadas en la placa de características.

9.3 Tierra

El transformador debe estar conectado permanentemente a tierra para evitar la inducción de tensiones peligrosas.

Aterrizar permanentemente el transformador mediante la placa de conexión a tierra, mostrada en el dibujo de DIMENSIONES GENERALES.

El sistema de tierra debe estar acorde a las regulaciones particulares del área donde se instale el trasformador.

10. PUESTA EN SERVICIO

Antes de aplicar tensión al transformador, se debe verificar los siguientes puntos:

Si el trasformador ha estado almacenado más de 6 semanas se recomienda efectuar pruebas de campo.

- Probar la resistencia de aislamiento de cada devanado a tierra y entre devanados.
- Probar factor de potencia de cada devanado a tierra y entre devanados.
- Probar relación para las tres fases en todas las posiciones del cambiador de derivaciones.

- ¿Está la terminal del neutro (XO) propiamente conectada a tierra, o la requiere desconectando de tierra el sistema de operación? (en conexiones Y - Y,   X0-H0, verificar continuidad).
- ¿Está el tanque sólidamente aterrizado?

PUESTA EN SERVICIO (continuación)

- ¿Está el cambiador de derivaciones en la posición correcta para proporcionar la relación de tensión deseada?
- ¿Todas las herramientas u objetos extraños han sido removidos del trasformador?
- ¿Están todos los registros y juntas selladas?
- ¿Es la rigidez dieléctrica del líquido aislante de por lo menos de 30kV? Si es menor, el aceite debe ser filtrado.
- ¿Se encuentra el área despejada de personal?
- Que no existan uniones sin apretar.
- ¿Existen fugas de aceite o manchas?
- Verificar que el nivel de aceite sea el correcto.
- Verificar que el indicador de temperatura del aceite opere correctamente, así como los instrumentos o aparatos de control. Referirse al los procedimeintos del capítulo de mantenimiento.

PUESTA EN SERVICIO (continuación)

- Verificar que todas las conexiones están bien apretadas.

- Efectuar una limpieza general y especialmente de la porcelana de las boquillas (ver capitulo de mantenimiento).

- Verificar la integridad física de las boquillas.

Las condiciones de servicio para las cuales el transformador fue diseñado están establecidos en la placa de características.

10.1 Guía de accesorios
El conocimiento de los accesorios y su modo de operarlos, redundará en una larga vida del Transformador, una mayor seguridad para los operarios y un mejor servicio a los usuarios.

En la Fig. 1A y 1B se describe cada uno de los accesorios los cuales hacen referencia a la Tabla 1 para su descripción.

• **Para aparatos de capacidad 225 kVA y menores:**

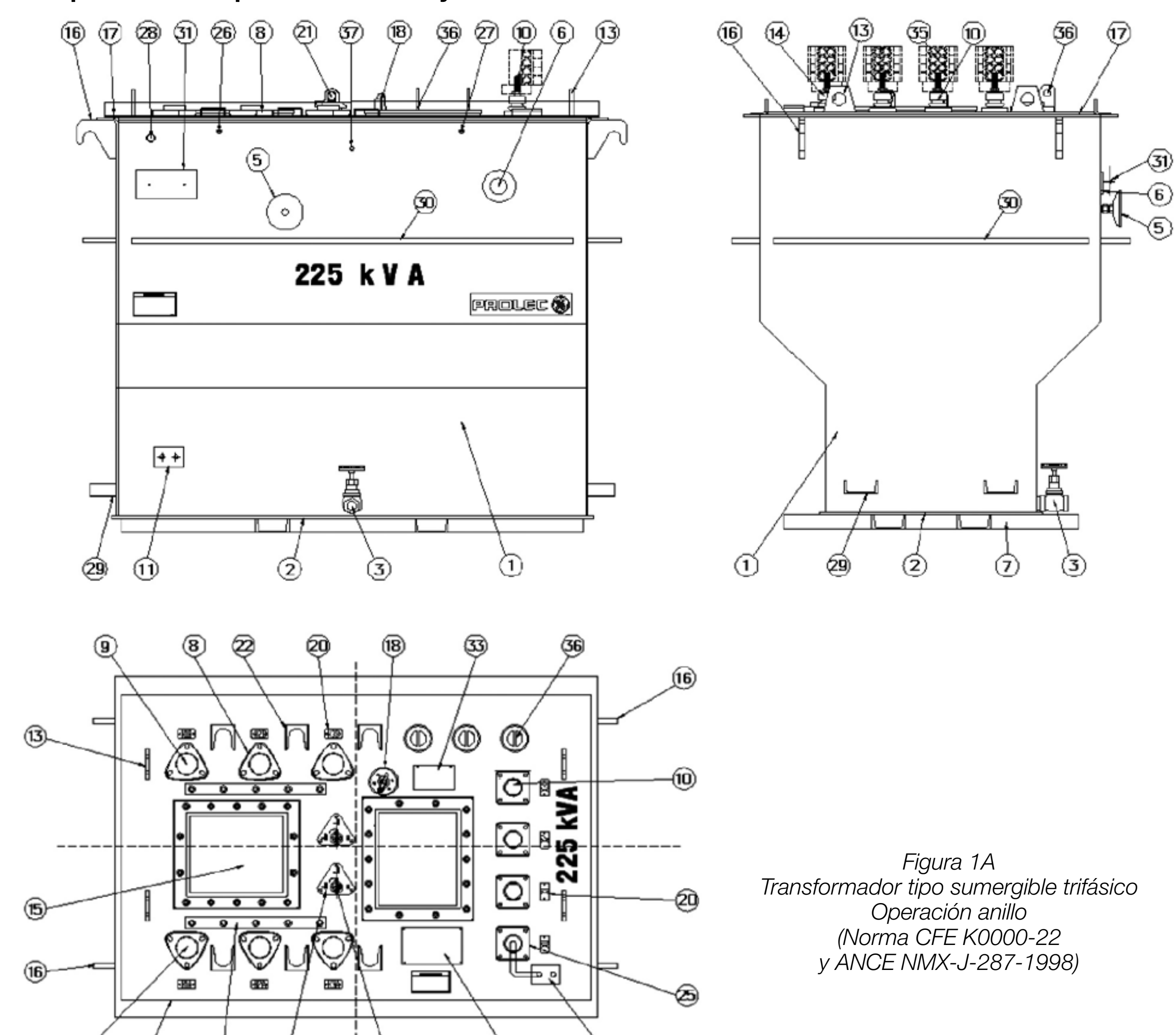


Figura 1A
Transformador tipo sumergible trifásico
Operación anillo
(Norma CFE K0000-22
y ANCE NMX-J-287-1998)

• **Para aparatos de capacidad 300 y 500 kVA:**

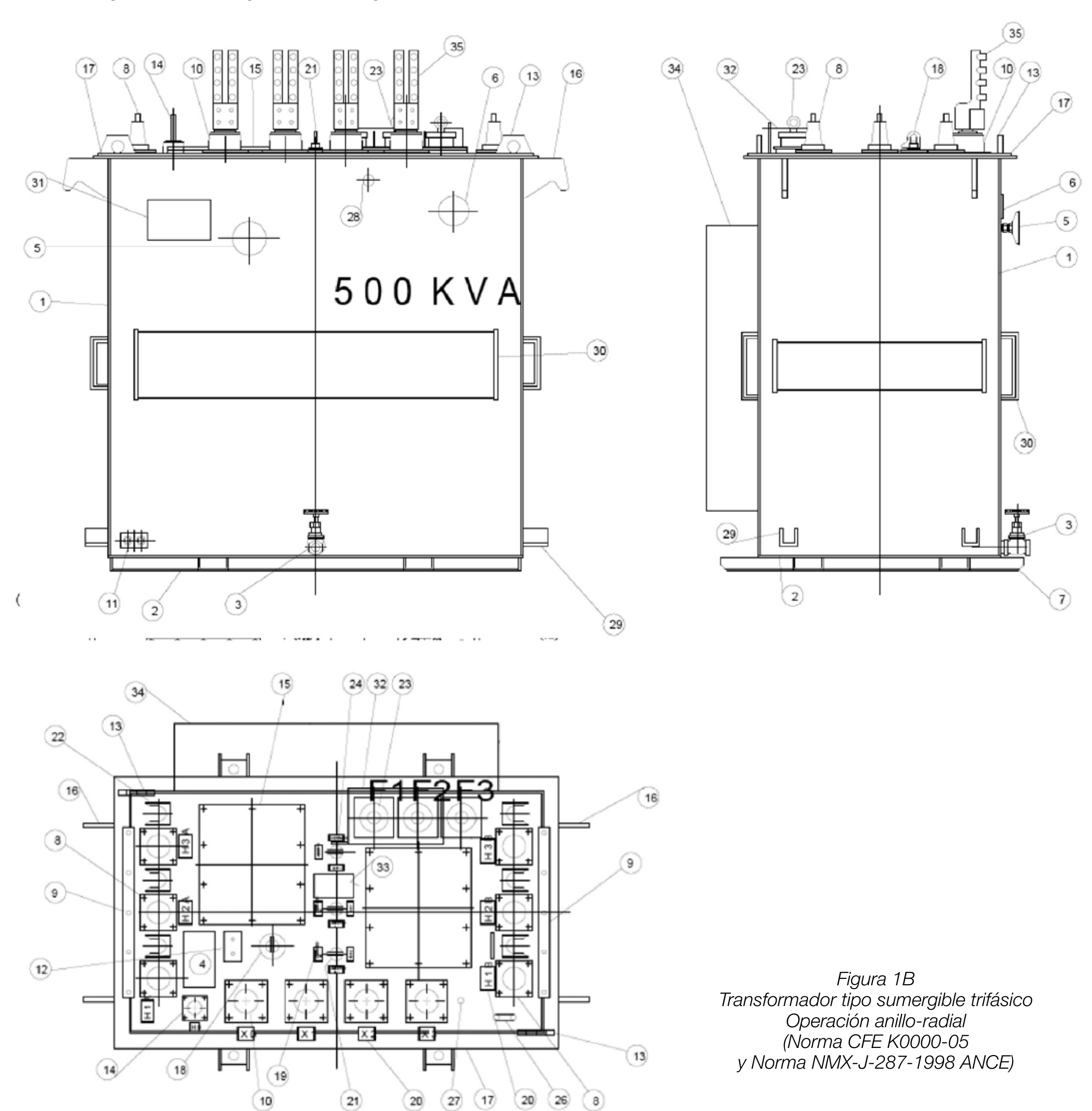


Figura 1B
Transformador tipo sumergible trifásico
Operación anillo-radial
(Norma CFE K0000-05
y Norma NMX-J-287-1998 ANCE)

ACCESORIOS	
1. TANQUE 2. FONDO 3. VÁLVULA COMBINADA DE DRENAJE Y MUESTREO 4. PLACA DE CARACTERÍSTICAS 5. INDICADOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO AISLANTE** 6. INDICADOR DE NIVEL DEL LIQUIDO AISLANTE 7. BASE 8. BOQUILLA ALTA TENSIÓN 9. BARRAS A TIERRA DE ALTA TENSIÓN**** 10. BOQUILLA DE BAJA TENSIÓN 11. CONECTOR DE TANQUE A TIERRA 12. CONECTOR BT A TANQUE 13. OREJAS PARA LEVANTAR LA TAPA Y PARTE VIVA 14. BOQUILLA NEUTRO ALTA TENSIóN*** 15. REGISTRO DE TAPA 16. OREJAS PARA LEVANTAR EL CONJUNTO 17. TAPA PRINCIPAL SOLDADA 18. CAMBIADOR DE DERIVACIONES OPERACIÓN EXTERIOR****	19. PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DEL SECCIONADOR 20. IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES BT Y AT 21. SECCIONADOR DE 2 POSICIONES (OPERACIÓN ANILLO) 22. SOPORTE PARA CODO 23. PORTA-FUSIBLE Y FUSIBLE DE RANGO COMPLETO*** 24. SECCIONADOR DE 2 POSICIONES (OPERACIÓN RADIAL)*** 25. BOQUILLA H0-X0 26. VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN Y ALIVIO 27. PROVISIÓN PARA MANOVACUÓMETRO 28. PROVISIÓN PARA FILTRO PRENSA 29. ADITAMENTOS PARA PALANQUEO 30. REFUERZO DE TANQUE 31. PLACA IDENTIFICACION DE ACCESORIOS 32. PROTECTOR DE FUSIBLES*** 33. PLACA DE AJUSTES DE TORNILLERÍA 34. ZONA DE RADIADORES TUBULARES 35. CONECTOR TIPO MUELLE (SÓLO NORMA K CFE) 36. PORTA-FUSIBLE Y FUSIBLE DE RANGO PARCIAL*

* *APLICA ÚNICAMENTE EN APARATOS DE 225 KVA Y MENORES*
** *APLICA ÚNICAMENTE EN APARATOS DE 225 KVA Y MAYORES*
*** *APLICA ÚNICAMENTE EN APARATOS DE 300 KVA Y MAYORES*
**** *APLICA ÚNICAMENTE SI EL CLIENTE LO SOLICITA*

10.1.1 Seccionadores

Casi todos los Transformadores Trifásicos de distribución Subterránea, cuentan con seccionalización integrada. Por su función hay dos tipos de seccionadores:

1. Seccionador Radial, que conecta o desconecta el trasformador sin interrumpir la cantidad del anillo. Por el tipo de operación este seccionador es de dos posiciones, abierto y cerrado (ver Figura 3).

2. Seccionador en Anillo, que permite conectar y desconectar cada una de las ramas del anillo. Este dispositivo se puede componer de dos seccionadores de dos posiciones cada uno, con manijas independientes (ver Figura 4) o uno de cuatro posiciones que abarca las cuatro alternativas posibles (ver Figura 5).

Los seccionadores son interruptores de operación con carga. Para operar los seccionadores, se coloca la pértiga tipo escopeta en la argolla de seccionador y se da vuelta a la posición deseada, sin olvidar que en caso de seccionadores de cuatro posiciones, el giro se debe hacer en sentido contrario de las manecillas de reloj.

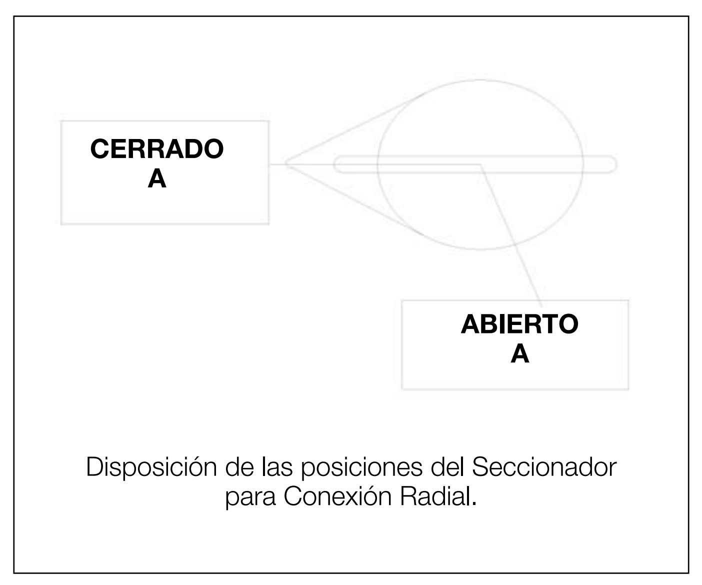


Figura 3.

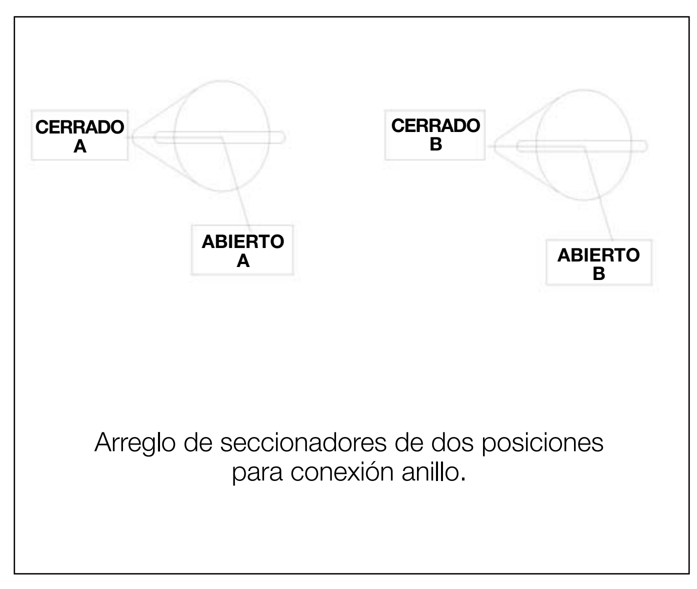


Figura 4.

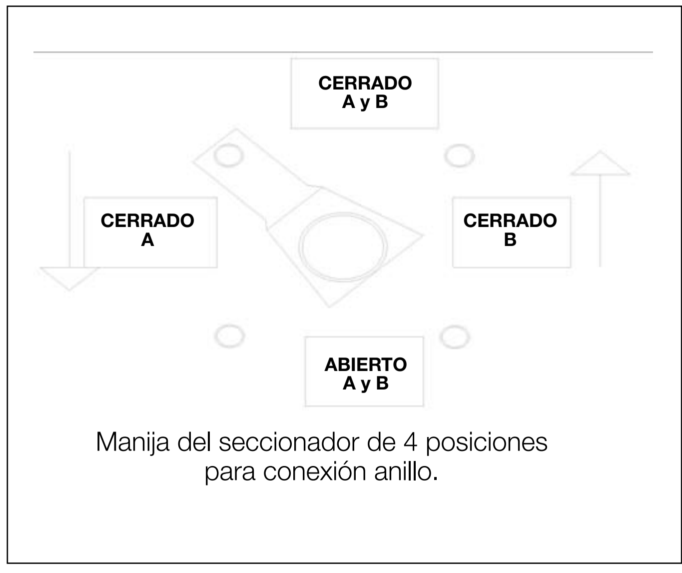


Figura 5.

NOTA PREVIA: La coordinación de protección será acordada entre el fabricante y el usuario debido a que no todos los equipos cuentan con las protecciones abajo descritas.

10.1.2 Fusible de expulsión

En la mayoría de los aparatos, el dispositivo donde se coloca el fusible de expulsión, es llamado bayoneta, y es accesible desde el exterior del tanque. Este dispositivo actúa en casos de fallas en el lado del secundario o por sobrecargas mayores a las admisibles por la norma NOM-J-409 y ANSI/IEEE C-57.91. Para reemplazar el fusible desde el exterior, se debe de proceder de la siguiente manera:

1. Desenergizar el transformador y comprobar que no existe tensión en las boquillas de baja tensión.
2. Accionar la válvula de sobre presión,jalando la argolla, para eliminar la presión interna.
3. Colocar la pértiga tipo escopeta en la argolla de la bayoneta y engancharla.
4. Quitar el seguro y girar la argolla 90° en el sentido de las manecillas del reloj.
5. Sacar la bayoneta lentamente, sólo 10 ó 15 cm dejándola en esta posición por espacio de 1 minuto para que escurra el aceite.
6. Sacar totalmente la bayoneta y recibir el extremo para evitar que escurra el aceite.
7. Desenroscar el cartucho porta-fusible del extremo y extraer el elemento fusible.
8. Colocar el repuesto del elemento, verificando que este coincida con el número de catálogo que se indica en la placa de características.
9. Armar el cartucho porta-fusible y colocar la bayoneta en su lugar.
10. Asegurar la bayoneta invirtiendo el proceso para retirarla (puntos 4 y 5).

NOTA: Revisar las instrucciones del fabricante del fusible que se esté utilizando.

10.1.3 Fusible limitador de corriente

A Fusible Limitador de Corriente de Rango Parcial (FLCRP).

Este tipo de fusibles operan por fallas internas del transformador. Se encuentran colocados en el interior del tanque, por lo que el diagnóstico, reparación del aparato y la reposición de los fusibles, deberá llevarse a cabo en un taller especializado.

B) Fusible de Rango Completo.

Puede ser instalado en el interior del Transformador en cuyo caso se reemplaza en la misma forma indicada para el fusible de rango parcial. Hay otro tipo, instalado en porta-fusible y el cual es removible desde el exterior, en este caso,existe un mecanismo que no permite retirar los fusibles a menos que el seccionador radial del transformador esté abierto. (Sólo para transformadores bajo Norma “K” (K0000-05).

Para reemplazar un fusible limitador de corriente removible desde el exterior, se procede de la siguiente manera:

- Colocar el seccionador radial en posición “Abierto” a fin de desenergizar el transformador y quitar el bloqueo de los portafusibles.

- Quitar la presión interna del transformador jalando la argolla de la válvula de sobre presión.

- Colocar la pértiga tipo escopeta y engancharla en la argolla del portafusible.

- Dar un jalón rápido hasta sacar completamente el fusible.

- Reemplazar el fusible por uno nuevo de las mismas características que del que tenía.

- Introducir nuevamente el fusible en su lugar, dando un fuerte empujón hacia adentro hasta sentir que quedo en su posición correcta.

10.1.4 Fusibles de aislamiento
En algunos Transformadores (no aplica en aparatos de 225 kVA y menores) es un fusible que no tiene capacidad interruptiva, el cual siempre va enserie con un fusible de expulsión, diseñado para proteger al operador que reenergice un transformador que tenga una falla cuya corriente sea mayor que la capacidad interruptiva del fusible limitador de corriente.

Cuando este fusible opera, es indicativo que el transformador tiene una falla interna (principalmente en los devanados) y requiere ser reparado en un taller especializado.

10.1.5 Cambiador de derivaciones
El cambiador de derivaciones es un dispositivo que nos permite hacer ajustes de los devanados para compensar caídas de tensión de las líneas de transmisión de la energía eléctrica.

La manija de operación del cambiador de derivaciones (ver Figura 6), es para operación con pértiga y la forma de operarlo es como sigue:

Desenergizar el Transformador y probar que no existe tensión en las boquillas de Baja Tensión.

Accionar la válvula de sobrepresión, jalando la argolla, para eliminar la presión interna.

Colocar la pértiga tipo escopeta enganchándola en la argolla del cambiador.

Colocar la manija en la posición deseada. Para incrementar la tensión de baja se requiere girarla en sentido de las manecillas del reloj.

Energizar el Transformador.

Tomar la lectura de la Tensión del Secundario para verificar si el valor es el deseado.



Figura 6.

10.1.6 Válvula de alivio o sobrepresión
Este elemento sirve para relevar la presión interna del transformador cuando ésta sobrepasa los límites. Sin embargo,no opera en casos de una sobrepresión súbita.

10.1.7 Accesorios de drenaje y muestreo
En la parte superior de Baja Tensión, se encuentra un niple usado para conectar el equipo filtro prensa y también para efectuar la prueba de hermeticidad.

La función de filtrado se complementa, con una válvula globo para la conexión inferior de filtrado, y al final de ésta se encuentra la válvula de muestreo, debiendo estar localizadas en el mismo compartimento de Baja Tensión.

10.1.8 Placas para conexion a tierra
Son piezas metálicas soldadas al tanque para hacer la conexión a tierra física, deben estar libres de pintura y grasa para evitar falsos contactos y conectados permanentemente al sistema de tierras.

10.1.9 Tapas de registro
Estas sirven para tener acceso al interior del tanque, y poder efectuar maniobras de inspección y/o mantenimiento. Son protegidas del exterior con la cubierta del tanque.

10.1.10 Indicador de nivel de líquido aislante
Este accesorio en los transformadores de 225 KVA y mayores. Tiene como fin indicar el nivel del líquido aislante sin necesidad de hacer una inspección visual en el interior del Transformador.

Este tipo de indicador detecta el nivel del líquido aislante por medio de un flotador el cual envía una señal mecánica a la aguja indicadora (ver Figura 8).

La carátula está dividida en niveles:

Bajo.
Normal -25ºC.
Alto.

10.1.11 Indicador de temperatura
Este accesorio se instala en transformadores de 225 kVA y mayores.

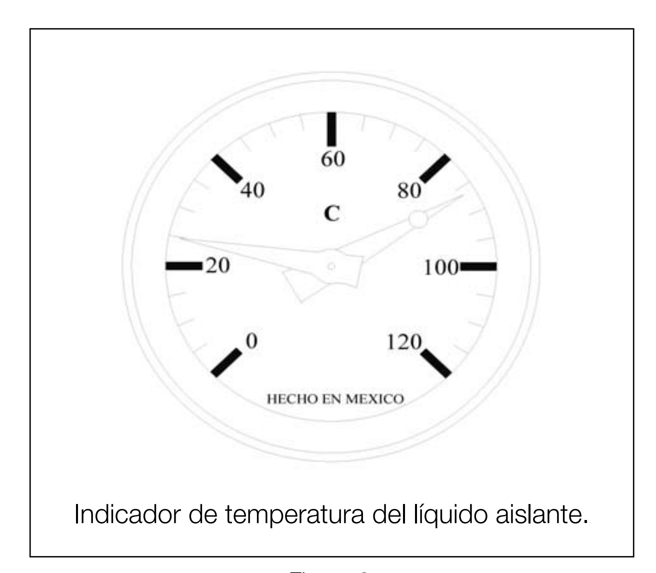
Indica la temperatura del aceite en la parte superior del tanque del transformador.

Su graduación esta en grados centígrados (ºC). Tiene 2 agujas, una de seguimiento que indica la temperatura máxima alcanzada y la otra que registra la temperatura momentánea del aceite (ver Figura 9).



Indicador de nivel de líquidos.

Figura 8.



Indicador de temperatura del líquido aislante.

Figura 9.

10.1.12 Torque en la tornillería
Cuando se da mantenimiento e un Transformador, el torque en la tornillería [que su función es la de comprimir un empaque (sello)], debe de ser el recomendado en este manual, para evitar deterioro, desbordamiento o destrucción del empaque. En el interior del gabinete del transformador se incluye una placa grabada con los torques específicos para cada accesorio las cuales se muestran en la tabla 2 y 3.

• **Para aparatos de capacidad 225 kVA y menores:**

TABLA 2: TORQUES PARA APARATOS 225 kVA y MENORES

TORNILLERÍA	TORQUE RECOMENDADO (kg-m)
Bridas de Boquillas de M.T.	2.13 - 2.88
Bridas de B.T. a tanque.	0.92 - 1.38
Sujeción de Cambiador de Derivaciones.	0.92 - 1.44
Sujeción del Porta-Fusibles.	2.13 - 2.88
Sujeción de Tapa Registro.	1.73 - 2.53
Sujeción del Seccionador.	12.42 - 15.18

• **Para aparatos de capacidad 300 y 500 kVA:**

TABLA 3: TORQUES PARA APARATOS 300 Y 500 kVA

TORNILLERÍA	TORQUE RECOMENDADO (kg-m)
Bridas de Boquillas de M.T.	0.92 - 1.44
Bridas de Boquillas de B.T. a tanque.	2.53 - 3.45
Sujeción de Boquilla de B.T. a brida.	2.53 - 3.45
Sujeción de Cambiador de Derivaciones.	0.80 - 1.38
Sujeción del Porta Fusible.	2.13 - 2.53
Sujeción de Tapa Registro.	1.73 - 2.53

10.2 Altitud
Para poder disponer del total de potencia del transformador es muy importante que éste sea instalado en un lugar cuya altura sobre el nivel del mar no exeda el valor para el que fue diseñado el transformador (mostrado en la placa de características y estarcido, en el tanque).

A altitudes mayores al dato de placa, la densidad del aire disminuye reduciendo la eficiencia de enfriamiento del transformador (y por tanto la potencia eléctrica disponible para operar sin un sobrecalentamiento peligroso). Por otro lado, la menor densidad del aire disminuye la capacidad del mismo para aislar dieléctricamente las partes externas energizadas, lo cual puede provocar un arqueo entre boquillas, o entre alguna boquilla y tierra.

10.3 Temperatura ambiente
No se deberán exeder los límites especificados por los estándares bajo los cuales se fabricó el transformador, (-5º C a 50º C).

Cuando un aparato diseñado para condiciones normales de servicio es operado a una temperatura ambiente mayor del límite especificado, la capacidad nominal del transformador deberá ser reducida en los porcentajes dados en la siguiente tabla, por cada grado centígrado que la temperatura ambiente sea mayor que el límite especificado por el estándar.

Según la Guía de carga ANSI:

TIPO DE TRANSFORMADOR	% DE REDUCCIÓN kVA/GRADO CENTÍGRADO
Sumergido en aceite auto enfriados OA	1,5
Sumergido en aceite aire forzado FA	1,0
Aceite forzado, aire forzado FOA	1,0

10.4 Variación de tensión
El transformador puede ser operado, de una manera continua a capacidad nominal o menor con la tensión del primario un 5% menor a la nominal sin exceder los límites de elevación de temperatura especificados.

Para los transformadores de 225 kVA y menores, éstos pueden operar bajo las siguientes condiciones:
- Con 5 % arriba de la tensión nominal del lado de BT a capacidad nominal en kVA, sin exceder la elevación de temperatura del transformador y de sus partes sobre la temperatura ambiente. Este requisito se aplica cuando el factor de potencia de la carga es de 90 % o mayor.
- Con 10 % arriba de la tensión nominal del lado de BT en vacío, sin exceder la elevación de temperatura del transformador y de sus partes sobre la temperatura ambiente.
- Para cualquier derivación a capacidad plena se aplican los mismos requisitos anteriores.

10.5 Sobrecarga
El transformador puede manejar una carga mayor que la nominal por períodos cortos sin sufrir daños o, continuamente bajo ciertas, condiciones. Se recomienda. Referirse a la Guía para Carga de Transformadores de Pontecia Sumergidos en Aceite, Norma ANSI-C57.92 (mencionada en el punto 5.1.2).

10.6 Conexiones
No deberán realizarse conexiones que no estén mostradas en la placa de características. Nunca ponga el cambiador en otra posición que no esté especificada, ya, que puede causar daños serios tales como desconexión o corto circuito de los devanados.

PELIGRO
Desconectar el transformador antes de operar el cambiador de derivaciones, en alta y baja tensión. Verificar que el perno de la manija del cambiador entra firmemente en su lugar previniendo cualquier desplazamiento indeseado.

11. CARGA

Los transformadores son capaces de operar a plena carga del rango nominal de elevación de temperatura sin pérdida de vida, tomando en cuenta el cumplimiento de las siguientes condiciones:

1. La temperatura ambiente no excede 50ºC.

2. La temperatura promedio del ambiente de la bóveda durante cualquier período de 24 horas no exceda de 40ºC.

3. La elevación sobre el nivel del mar donde se encuentra instalado. El transformador no debe exeder la altitud indicada en la placa de características y en el tanque del transformador. Comunicarse con su representante de Prolec GE. para operar a mayores altitudes.

Los transformadores Prolec GE. pueden soportar las sobrecargas indicadas en la tabla 9.1, sin exceder las elevaciones de temperatura permitidas por las especificaciones estándar, referidas a una temperatura ambiente máxima de 40ºC.

Carga previa en condiciones de carga estable expresada en % de la capacidad del transformador.	Duración de sobrecarga permitida en 1% de la potencia nominal.				
	10%	20%	30%	40%	50%
50	3 horas	1,5 horas	1 hora	30 min.	15 min.
75	2 horas	1 hora	30 min.	15 min.	8 min.
90	1 hora	30 min.	15 min.	8 min.	4 min.

12. GUÍA PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS TRANSFORMADORES.

ADVERTENCIA
Las operaciones de mantenimiento del transformador descritas en este manual deben ser realizadas solamente por técnicos competentes que estén familiarizados con las prácticas de seguridad pertinientes al manejo de equipo eléctrico potencialmente peligroso. Las instrucciones aquí escritas están dirigidas a dicho personal y no se pretende que substituyan el entrenamiento adecuado y la experiencia en procedimientos seguros para el manejo de este tipo de producto.

La salida de un transformador del Sistema eléctrico al que conectado ocasiona por lo general pérdidas de producción considerables, así como otros inconvenientes. Por esta razón, es importante asegurar un funcionamiento libre de fallas del transformador, a través de un programa de mantenimiento que esté bien estructurado y que sea fielmente llevado a cabo.

La inspección periódica ayuda a detectar condiciones anormales de un transformador y sus partes antes de que los daños sean mayores.

12.1 Seguridad

Los trabajos de inspección y mantenimiento deberán ser hechos cuidadosamente de tal forma que su ejecución sea planeada en detalle teniendo en mente la seguridad de la vida humana y del equipo, por lo que se incluye una serie de recomendaciones en la realización de trabajos de inspección o mantenimiento.

La regla básica de seguridad es desconectar el transformador de todas las fuentes de energía eléctrica y aterrizar las terminales.

Para desconectar efectivamente el trasnformador, se debe:

a) Desconectar del circuito eléctrico tanto el primario como el secundario.

b) Asegurar el medio de desconexión en la posición de abierto. En caso de utilizar fusibles, los fusibles deben ser retirados y puestos en un lugar que no sea fácilmente accesible, de tal manera que no puedan ser reinstalados por accidente.

c) Aterrizar las bobinas del primario y el secundario mediante sus boquillas, con el fin de descargar cualquier energía que pudiera estar almacenada en el transformador debido a las capacitancias. Estos cables de conexión a tierra deben ser retirados hasta que se concluya, con todo el trabajo de mantenimiento.

Si por alguna razón fuera necesario trabajar en el interior del tanque se debe aliviar la presión interna del tanque operando parcialmente la válvula de alivio o el tapón arriba del nivel del líquido antes de quitar la tapa de registro o la tapa principal.

Se debe tener especial cuidado de no tirar o dejar olvidada ninguna herramienta dentro del tanque del transformador.

Una vez que el trabajo ha sido terminado, hay que asegurarse de que todo está despejado antes de energizar.

12.2 Registros de inspección
Se requiere de un registro de la inspecciones y reparaciones realizadas a los transformadores para un buen programa de mantenimiento.

Un sistema de mantenimiento preventivo es efectivo cuando se llevan los siguientes registros.

a) Un registro del equipo, el cual puede ser simplemente una tarjeta que contenga información básica del transformador, tal como número de serie, localización, datos de placa, etc.

b) Un registro de reparaciones. Es un registro esencial de diagnóstico para eliminar dificultades futuras.

c) Una lista de revisión de inspección o registro del responsable del mantenimiento del transformador. Es simplemente un listado de los puntos a ser revisados en un transformador, las flechas y/o frecuencias en que deberán llevarse a efecto.

Sin estos registros será muy dificil que un programa de mantenimiento preventivo funcione, ya que el conocimiento ganado de las inspecciones se perderá rápidamente. En caso de que alguno de los relevadores de protección haya accionado una alarma, es importante investigar la causa del problema. Es esencial detectar cual relevador ha operado y en combinación con cual dispositivo de protección lo hizo.

Deberá investigarse plenamente, cualquier otro síntoma anormal tal como ruido excesivo, alto o bajo nivel de aceite, etc.

12.3 Procedimiento de mantenimiento

PROCEDIMIENTO 1		
TENSIÓN Y CORRIENTES DE CARGA	Cada tres semanas:	• Registrar valores de operación fase.
PROCEDIMIENTO 2		
INDICADOR DE TEMPERATURA DEL ACEITE	Cada tres semanas:	• Registrar temperaturas ambiente del aceite.
	Anual:	• Verificar la calibración de los indicadores de temperatura. Verificar y limpiar el indicador.

NOTA IMPORTANTE acerca de la interpretación de los valores de temperatura:

Normalmente el transformador se diseña para obtener continuamente al 100% de carga a una temperatura ambiente promedio de 40ºC (a la altura sobre el nivel del mar indicada en la placa de características). La temperatura del punto más caliente de la bobina sobre la temperatura ambiente no debe exceder 65ºC.

Ejemplo:

T ambiente	= 35ºC
T del aceite (a plena carga)	= 89ºC
T del punto mas caliente	= 94ºC

Se concluye que el transformador está operandor normalmente, ya que la temperatura del aceite es menor a la permisible de 95ºC (40ºC + 55ºC).

PROCEDIMIENTO 3 TANQUES Y RADIADORES	Cada tres semanas:	• Revisar ruidos o vibraciones extrañas. • Revisar fugas de aceite (radiadores, registros de inspección instrumentos, válvulas, etc.)
	Anual:	• Limpiar suciedad y aceite de la superficie de disipación de calor (ajustar la frecuencia de esta actividad de acuerdo a las condiciones ambiente particulares del sitio de instalación). • Retocar pintura donde, sea necesario. • Reapretar las partes sueltas o con vibración. • Cuando los radiadores vengan provistos de válvulas de bloqueo, será necesario operarlas para asegurarse de que se encuentran en condiciones de operación y colocarlas nuevamente en la posición de abierto.
PROCEDIMIENTO 4 VÁLVULAS Y TAPONES	Cada tres semanas:	• Inspeccionar todas las válvulas, tapones y tubería de aceite. • Si existen fugas, programar un paro para eliminarlas. • Revisar que las válvulas de drenaje que pueden ser operadas sin llaves tengan tapón o están bloqueadas para prevenir que sean abiertas sin autorización.

PROCEDIMIENTO 5

INDICADOR DEL NIVEL DE ACEITE	Cada tres semanas:	• Revisar el nivel de aceite. Notar variaciones en el nivel de aceite, tomando en cuenta el cambio de nivel debido a cambios en la temperatura del aceite (referirse a la placa de características, donde se proporciona el dato de cambio de altura del aceite conforme varía la temperatura).
	Anual:	• Limpiar la carátula en caso de que esté sucia. • Rellenar de aceite mineral para transformador, en caso de que el nivel se encuentre por abajo del nivel normal de temperatura de 25ºC o mayor.

13. REFERENCIA RÁPIDA PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

PROBLEMA PRESENTADO / ACCION SUGERIDA	BOTA CUCHILLAS AL ENERGIZAR	FUNDE FUSIBLES	DIFERENTE VOLTAJE ENTRE FASES	NO DA RELACION EN PRUEBA DE PUESTA EN SERVICIO	MANCHA DE ACEITE EN TAPA	MANCHA DE ACEITE EN ACCESORIOS
Verificar que los apartarrayos no estén defectuosos	X					
Verificar que los apartarrayos sean los correctos	X					
Verificar que exista un correcto aterrizamiento del transformador			X			
Revisar que los sistemas de tierra de la conexión sean correctos			X			
Revisar que el puente x0 a tierra esté bien conectado			X			
Verificar que el tanque tenga una buena tierra física			X			
Verificar que el Banco de capacitadores esté desconectado			X			
Revisar que no existan cables flojos			X			
Verificar que no se presenten caídas de tensión			X			
Comprobar que el calibre del conductor sea suficiente	X		X			
Revisar que las cuchillas no estén flojas	X					
Verificar que las cuchillas estén adecuadamente conectadas			X			
Verificar que los fusibles no estén defectuosos	X	X		X		
Verificar que los fusibles sean del amperaje adecuado	X	X				
Revisar que no exista alguna falla en el sistema de alimentación	X	X	X			
Comprobar que los motores o arrancadores no estén mal coordinados			X			
Revisar que los fusibles no estén quemados	X		X	X		
Verificar que el transformador no esté siendo utilizado por arriba de su capacidad nominal	X	X	X			
Verificar que no existan sobrecorrientes	X	X				
Comprobar que no existan switcheos constantes		X	X			
Revisar que el cambiador de derivaciones no esté en diferente posición			X			
Revisar que el cambiador de derivaciones esté haciendo buen contacto			X	X		
Verificar que el tipo de carga no sea variable			X			
Revisar la tensión de entrada			X			
Limpiar y monitorear si escurre					X	X

14. SOPORTE TÉCNICO

Estamos a sus órdenes para cualquier duda que tenga relacionada con el funcionamiento de su transformador.

Nuestra línea de soporte técnico es:

01-818-030-2280

15. FUENTES DE INFORMACIÓN

Para mayor información sobre temas no tratados en este manual, ampliación de los mismos o aclaración de dudas, dirigirse con el personal de ventas de Prolec GE o con sus representantes.

Además pueden consultar las normas mexicanas de la DGN como son:

K-0000-07	Transformadores Trifásicos Tipo Sumergible para Distribución comercial Subterránea.
NRF-001	Empaque, Embalaje, Embarque, Transporte, Descarga, Recepción y Almacenamiento de Bienes Inmuebles adquiridos Por CFE.
NRF-002	Manuales Técnicos.
Nmx-J-116	Transformadores de Distribución Tipo Poste y Subestación.
NMX-J-123	Aceite Aislante No-inhibido para Transformadores de Distribución.
NMX-J-169	Métodos de Prueba para Transformadores de Distribución.
NMX-J-287	Transformadores de Distribución Tipo Sumergible, Monofásicos y Trifásicos.
NMX-J-308	Guía para el manejo, almacenamiento, control y tratamiento de líquidos aislantes para Transformdores en servicio.
NMX-J-404	Conectores Aislados Separables para 15,25 y 35 Kv.
NMX-J-409	Guía de Carga para Transformadores de Distribución y Potencia Sumergidos en Aceite.
NMX-J-410	Guía para Instalación y Mantenimiento de Transformadores Sumergidos en Aceite.